

Best Available Copy

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-312415

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

H01B 1/06

H01M 6/18

H01M 10/40

(21)Application number : 10-118215

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 28.04.1998

(72)Inventor : MARUYAMA HIROSHI  
KITAHARA NOBUYUKI  
KAMIMURA TOSHIHIKO

## (54) SOLID ELECTROLYTE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent generation of decomposition gas, explosion, liquid leakage or the like by using a material containing either Co, Ni, Mn, Ti, V, Nb, or I having multiple valences at matrix particles, and filling a filler formed from a polymer containing an inorganic salt including movable ions between the matrix particles.

SOLUTION: This electrolyte preferably contains filler formed from an amorphous or crystalline inorganic material containing movable ions between matrix particles. The matrix particles are formed from an electrochemically active material wherein the movable ions can easily be intercalated or deintercalated in a crystalline structure, and a filler formed from a high polymer material containing an inorganic salt including movable ions, or an amorphous or crystalline electrochemically inactive inorganic material is filled in between the matrix particles. Thereby an electrolyte of an electrochemical element is provided, dispensing with a special countermeasure for safety, excellent in chemical stability, having extremely high ion conductivity.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-312415

(43)公開日 平成11年(1999)11月9日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
H 0 1 B 1/06  
H 0 1 M 6/18  
10/40

識別記号

F I  
H 0 1 B 1/06 A  
H 0 1 M 6/18 A  
10/40 B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-118215

(22)出願日 平成10年(1998)4月28日

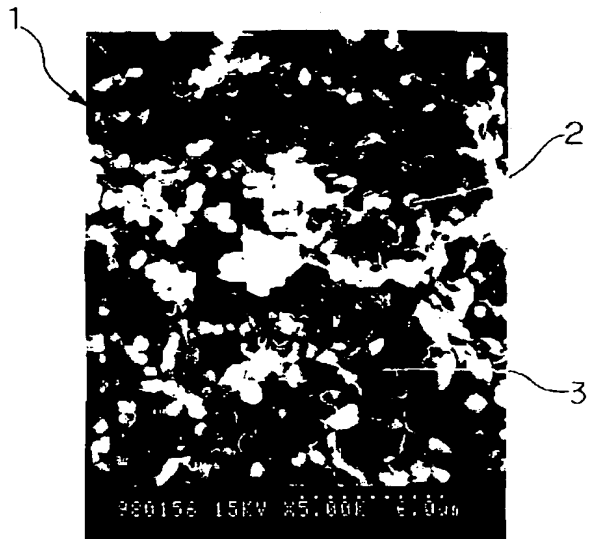
(71)出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町 6 番地  
(72)発明者 丸山 博  
鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株  
式会社総合研究所内  
(72)発明者 北原 暢之  
鹿児島県国分市山下町 1 番 4 号 京セラ株  
式会社総合研究所内  
(72)発明者 上村 俊彦  
鹿児島県国分市山下町 1 番 1 号 京セラ株  
式会社鹿児島国分工場内

(54)【発明の名称】 固体電解質

(57)【要約】

【課題】電解質が電気化学的な反応をしても分解ガスが発生したりせず、爆発発火等の危険性や電解質の液漏れ等の恐れが皆無であり、格別な安全対策が不要であることは勿論、化学的な安定性に優れ、イオン伝導度が極めて高い電気化学素子の電解質として実用的で、かつ安全性に優れた固体電解質を提供する。

【解決手段】酸化還元ポテンシャルの低い材料と組み合わせさせて電圧を負荷すると、材料の結晶構造中で可動性のイオンが容易にインターカレート及びデインターカレートする特性に優れた、即ち、優れたイオン伝導性を示す電気化学的に活性な材料でマトリックスを形成し、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含有した高分子ポリマー材料、又は非晶質あるいは結晶質の無機系材料である電気化学的に不活性な材料から成るフィラーを充填した固体電解質。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】可動性のリチウム(Li)又は銅(Cu)、銀(Ag)のいずれかのイオンを結晶構造中で容易に吸蔵及び放出することが可能な化合物であり、該化合物組成の一部として複数の原子価を有するコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、ヨウ素(I)の元素のいずれかを含有する材料をマトリックス粒子とし、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含む無機塩を含有した高分子ポリマー材料から成るフィラーを有することを特徴とする固体電解質。

【請求項2】可動性のリチウム(Li)又は銅(Cu)、銀(Ag)のいずれかのイオンを結晶構造中で容易に吸蔵及び放出することが可能な化合物であり、該化合物組成の一部として複数の原子価を有するコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、ヨウ素(I)の元素のいずれかを含有する材料をマトリックス粒子とし、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含有する非晶質、又は結晶質の無機系材料から成るフィラーを有することを特徴とする固体電解質。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一次電池や二次電池、電気二重層コンデンサあるいは各種ガス成分や金属イオンを検出するセンサー、表示素子、記録素子等の電気化学的な反応を利用した装置や部品において、特定のイオンを吸蔵、即ち、インターカレートする、及び放出、即ち、デインターカレートすることが可能な、前記各種電気化学素子用として好適な固体電解質に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、各種電気化学素子に用いられる電解質としては、一般に、液体あるいは該液体を高分子ゲルに含浸させたものが多用されてきたが、かかる電解質は、発火等の安全性に関与する主要な課題である前記液体の漏液や腐蝕性に対する安全対策、あるいは使用中の温度上昇に伴う前記液体の分解ガスの発生と、該分解ガスの爆発発火等の危険性に対する安全対策等が必要であった。

【0003】しかも、例えば、近年のビデオ撮影装置やノートパソコン、携帯電話等の携帯用情報端末機器に代表される各種電子応用機器は、薄型かつ軽量小型化の要求が更に高まるに伴い、それらの電源用として用いられる電気化学素子は、充放電におけるレート特性やサイクル特性、保存特性、あるいはエネルギー密度等、電池性能の点で満足すべきものではなかった。

【0004】そこで、前記問題を解消するために、従来の液体の電解質に代えて、固体の電解質を採用することが注目されているが、かかる固体電解質は、固体物質固

有の欠点である機械的衝撃に対する脆さ及び破損のし易さ等の問題があった。

【0005】そこで、前記欠点を補うために、イオン伝導性の無機化合物に可塑性樹脂を複合化して可撓性を持たせることが提案されているが、前記イオン伝導性の無機化合物には、耐湿性をはじめとする化学的安定性の欠如と、前記複合化に伴う可塑性樹脂の活性水素等の未反応基あるいは雰囲気中の微量水分や酸素等により変質し易いという問題があり、前記提案でも依然として解決されていなかった。

【0006】一方、化学的に安定で無機系固体電解質に比べて軽量、かつ高い柔軟性を有する固体電解質として、ポリエチレンオキッド(PEO)中にアルカリ金属塩等の金属酸化物を添加して成る高分子固体電解質が提案されているが、該高分子固体電解質は、従来の液体の電解質に比べてイオン伝導度が数段低く、実用的なレベルに達しないという欠点があった。

【0007】そこで、前記諸問題を解決するために、高分子材料であるポリエーテル化合物にイオン交換性の層状化合物とイオン性物質を含有させたり、非イオン伝導性の酸化物粒子をアルカリ金属塩と高分子材料との混合物に含有させたりした固体電解質が提案されている(特公平8-884号公報、特表平8-508850号公報参照)。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、例えば、前記電気化学素子を代表する二次電池の電解質としては、適用可能なイオン伝導度が最低 $1 \times 10^{-3}$  (S/cm)程度、必要とされているが、前記提案の固体電解質では、いずれもイオン伝導度は前述の $1 \times 10^{-3}$  (S/cm)未満であり、実用的なイオン伝導度が得られておらず、実用性に欠けるという課題があった。

## 【0009】

【発明の目的】本発明は、前記課題に鑑み成されたもので、その目的は、電解質が電気化学的な反応をしても分解ガスが発生したりせず、爆発発火等の危険性や電解質の液漏れ等の恐れが皆無であり、格別な安全対策が不要であることは勿論、化学的な安定性に優れ、イオン伝導度が極めて高い電気化学素子の電解質として実用的で、かつ安全性に優れた固体電解質を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、電池の電極構成材料に使用されている電気化学的に活性な材料は、大きなイオン拡散特性、即ち、大きなイオン伝導度を有するために、電気化学反応による酸化還元によって電極部で容易にイオンのインターカレート又はデインターカレートを示すという知見を得るに至り、このような電気化学的に活性な材料の電解質としての特性を調査し、その適性を種々試みた結果、本発明に至った。

【0011】即ち、本発明の固体電解質は、酸化還元ポテンシャルの低い材料と組み合わせることで電圧を負荷すると、材料の結晶構造中でリチウム(Li)又は銅(Cu)、銀(Ag)のいずれかの可動性のイオンが容易にインターカレート又はデインターカレートする特性に優れた化合物で、その組成の一部にコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、ヨウ素(I)等の複数の原子価を有する元素のいずれかを含有する電気化学的に活性な材料でマトリックス粒子を形成し、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含む無機塩を含有した高分子ポリマー材料、あるいは、前記可動性のイオンを含有する非晶質又は結晶質の無機系材料である電気化学的に不活性な材料から成るフィラーが充填されていることを特徴とするものである。

#### 【0012】

【作用】本発明の固体電解質によれば、可動性のイオンであるリチウム(Li)又は銅(Cu)、銀(Ag)のいずれかを結晶構造中で容易に吸蔵及び放出することが可能な化合物で、その組成の一部にコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、ヨウ素(I)等の複数の原子価を有する元素のいずれかを含有する電気化学的に活性な材料でマトリックス粒子を形成し、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含む無機塩を含有した前記高分子ポリマー材料、あるいは、前記可動性のイオンを含有する非晶質又は結晶質の無機系材料である電気化学的に不活性な材料から成るフィラーを充填して構成したことから、マトリックスの粒子内のイオン伝導特性が極めて高いことは勿論、イオン伝導特性を低下させる前記粒子同士の接触部、あるいは粒子間の空隙部には、拡散対象イオンを含有するフィラーが充填されており、得られた固体電解質は全体として高いイオン伝導特性を示すことになる。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の固体電解質を詳細に説明する。本発明の固体電解質は、電気化学的に活性な材料により形成されたマトリックス部と、可動性のイオンを含有した電気化学的に不活性な材料から成るフィラー部とから構成されたものである。

【0014】本発明の固体電解質において、可動性のイオンは特に限定されるものではないが、従来の多くの電池材料、特に電極材料のイオン伝導性の対象となるリチウムイオンや銅イオン、銀イオンあるいは水素イオン等が挙げられ、単位重量当たりの移動電荷量が高いイオンが効率という点で優れていることから、特にリチウムイオンあるいは水素イオンがより好ましく、かかるイオン伝導性を示すイオンとの組み合わせで適用される電気化学的に活性な材料は、以下のようなものが挙げられる。

【0015】即ち、前記イオンがリチウムイオンである

場合、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)、チタン(Ti)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)等の原子価変化を引き起こし易い遷移金属元素を少なくとも一種以上含有する化合物、又は前記遷移金属元素とリチウムとの複合化合物が、電気化学的に活性な材料として適用可能であり、具体的には、 $V_2O_5$ や $Nb_2O_5$ 、 $TiO_2$ 、 $LiCoO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiNi_{1/2}Co_{1/2}O_2$ 、 $LiMn_2O_4$ 、 $Li_{1+x}Ti_{2-x}O_4$ 、 $Li_xMn_yO_4$ 、 $TiS_2$ 等が挙げられる。

【0016】なかでも、材料の化学的な安定性及び材料合成に必要な原料の価格や入手の容易さを考慮すると、 $TiO_2$ 、 $LiNiO_2$ 、 $LiMn_2O_4$ 、 $Li_xMn_yO_4$ 、 $Li_{1+x}Ti_{2-x}O_4$ が最適である。

【0017】又、銅イオンの場合には、銅モリブデン硫化物( $Cu_4Mo_6S_8$ )や各種の金属二硫化物等が、銀イオンの場合には、銀バナジウム酸化物( $Ag_xV_2O_5$ )やルビジウム・ヨウ化物( $RbI_3$ )等が、更に水素イオンの場合には、 $MnOOH$ 等が適用可能であり、イオン伝導性、即ちイオンの拡散速度の点からは、銅イオンの場合にはニオブ硫化物( $NbS_2$ )やチタン硫化物( $TiS_2$ )が、銀イオンの場合には銀バナジウム酸化物( $Ag_xV_2O_5$ )が好適である。

【0018】尚、本発明では、可動性のイオンとしては前記記載例に限定されるものではなく、電気化学的に活性な材料の結晶構造中を容易にインターカレート、及びデインターカレートするイオンであればいかなる金属イオン、非金属イオンでも良く、イオンの移動がより効率良く電荷を移動させるという観点からは、イオンの単位電荷当たりの質量が低いものであることが望ましい。

【0019】一方、かかる可動性のイオンを容易に結晶構造中でインターカレート、及びデインターカレートすることができる電気化学的に活性な材料としては、イオンが該材料の結晶構造内を容易にインターカレート又はデインターカレートするために、結晶構造が完成度高く形成されたものであれば良く、又、固体電解質としてより優れた特性を発揮するためにマトリックスの充填性を高くすることを考慮すると、材料粒子は可能な限り凝集していない、粒子径が小さいもの、具体的には平均粒径が $10\mu m$ 以下であることがより好ましい。

【0020】他方、本発明のフィラーは、電気化学的な特性を有しない材料である高分子ポリマー材料や非晶質又は結晶質の無機系材料、即ち、電気化学的に不活性な材料に、前記マトリックスの電気化学的に活性な材料が有する容易に結晶構造中でインターカレート、及びデインターカレートすることができる可動性のイオンを含む無機塩、あるいは前記可動性のイオンを含有させたものである。

【0021】前記電気化学的に不活性な材料とは、従来の高分子電解質を作製するために用いられる高分子ポリ

マーが適用でき、例えば、ポリエチレンオキシド (PEO) やポリプロピレンオキシド (PPO)、更にはこれらのポリマーにプロピレカーボネートを含むもの等の高分子モノマーに、マトリックスの電気化学的に活性な材料の結晶構造中を容易にインターカレート又はデインターカレートすることができる可動性のイオンを含む無機塩と溶剤を所定量添加し、次いで硬化させることにより固体電解質を得ることができる。

【0022】又、前記無機塩としては、対象とするイオンの種類により各種選択することが可能であり、例えば、 $\text{LiI}$  や  $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiSCN}$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{NaI}$ 、 $\text{NaSCN}$ 、 $\text{NaBr}$ 、 $\text{KI}$ 、 $\text{AgNO}_3$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$ 、 $\text{AlCl}_3$  等の可溶性の塩が適用できる。

【0023】とりわけ、吸湿性が低く、化学的安定性が高い等の点では、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiBF}_4$  等が最も望ましく、その添加量によりフィラー材料のイオン伝導性は決まるが、一般的に予想される塩の析出という点では、塩が析出しない20重量%以下の添加量に抑えることが望ましい。

【0024】又、前記溶剤としては、高分子ポリマー及び無機塩を均一に溶解し、固体電解質の成形後の乾燥処理により容易に蒸発揮散するものであればいずれでも良く、例えば、アセトニトリルやメタノール、エタノール、イソプロピルアルコール、エチレングリコール、グリセリン、ポリエチレングリコール、更にはケトン系の各種溶剤、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等、その他、公知の飽和炭化水素系の各種溶剤、芳香族系の各種溶剤、エステル系の各種溶剤等が挙げられる。

【0025】特に、溶剤の取り扱い易さや各種の高分子材料を容易に溶解できる点からは、アセトニトリル、イソプロピルアルコール、アセトン、メチルエチルケトンが好適である。

【0026】従って、前記高分子材料に無機塩と溶剤を所定割合添加した混合物に、前記電気化学的に活性な材料の粉末を添加して粘度と粉末充填率を調整した泥漿を作製し、テープキャスト法やドクターブレード法、あるいは印刷法等、公知の成形方法にて層状の固体電解質を得ることができる。

【0027】更に、本発明のフィラーとしては、他に、マトリックスの電気化学的に活性な材料の結晶構造中を容易にインターカレート又はデインターカレートすることができる可動性のイオンを含有し、500~700℃の低い温度で熱処理することにより、低粘性の液状となり、室温に冷却することにより容易に固化する非晶質材料であればいかなるものでも良い。

【0028】具体的には、例えば、リチウムを含有するアルミノ珪酸ガラスやホウ珪酸ガラス、あるいはリチウ

ムの各種ハロゲン化合物を含むホウ珪酸ガラスやリン酸ガラス等も適用でき、勿論、マトリックス粒子より微細な粒子径を有し、マトリックス粒子間の隙間を埋めついているリチウム・ゲルマニウム・バナジウム酸化物や、リチウム・亜鉛・ゲルマニウム酸化物、又はその他の銅イオン、水素イオン、銀イオン等を含む各種の酸化物、あるいは非酸化物等の無機系の結晶質材料等を用いることも可能である。

【0029】又、本発明の固体電解質は、該固体電解質の一例の断面を拡大した走査型電子顕微鏡写真である図1に示すように、固体電解質1は、粒子径が10 $\mu\text{m}$ 以下の電気化学的に活性な材料が緻密に充填された構造を成しており、該電気化学的に活性な材料のマトリックス粒子2の間の隙間を高分子材料又は無機系の非晶質材料、あるいは無機系の結晶質材料をフィラー3で埋めつくされて形成されている。

【0030】従って、前記マトリックス粒子2を構成する電気化学的に活性な材料に要求される粒子径は、あくまでも該粒子の充填率を高めるために要求されるものであり、一般的には粒子径が10 $\mu\text{m}$ 以下が望ましく、特に3 $\mu\text{m}$ 以下の粒子径を有し、非凝集粒子より構成されているものが最適である。

【0031】

【実施例】次に、本発明の固体電解質を以下に詳述するようにして評価した。

【0032】(実施例1) 先ず、金属リチウムを対極とした時に、起電力が1.5Vの電気化学反応を示す $\text{Li}(\text{Li}_{1/3}\text{Ti}_{5/3})\text{O}_4$ の組成量より $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 及び $\text{TiO}_2$ 原料を5重量%リチウム過剰の組成で混合した後、大気中、900℃の温度で8時間、熱処理して電気化学的に活性な材料を合成した。

【0033】次いで、得られた合成材料をアルミナ製乳鉢で粉碎し、300メッシュの篩を通して粒度調整を行った後、前記合成材料粉末0.2gに対して0.01gの有機バインダーを溶解したトルエン溶液を添加混合して泥漿を調製した。

【0034】その後、前記泥漿を平滑なテフロン製の板上にドクターブレードで塗布し、先ず室温で、次いで80℃の温度で乾燥して厚さが50 $\mu\text{m}$ の薄層を形成して電気化学的に活性な材料から成るマトリックスを作製した。

【0035】一方、フィラーとして高分子モノマーであるポリエチレン・グリコール・ジアクリレート ( $\text{CH}_2=\text{CHCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2)_n\text{COCH}=\text{CH}_2$ ) に、8.8重量%のリチウム塩 ( $\text{LiClO}_4$ ) と1重量%のモノマーの重合開始剤を添加し、アセトニトリル溶剤で溶液化した高分子溶液を調製した。

【0036】かくして得られた高分子溶液を、前記薄層を成すマトリックス表面より滴下して含浸させた後、先ず室温で、次いで50℃の温度で乾燥し、更に、表面を

化学実験用PETフィルムで覆って外気と遮断して80℃の温度で30分間、熱処理することにより、高分子モノマーを硬化させて評価用の固体電解質を得た。

【0037】固体電解質としての評価は、前記評価用の固体電解質を一辺が30mmの正形状に切断し、一辺が25mmの2枚の白金電極板で挟み、テフロン製の試料ホルダーとステンレス製の測定治具により加圧して白金電極と固体電解質との電気的接触を保持して、10kHzでの交流抵抗を測定して電気伝導度を求めたところ、本評価用の固体電解質の電気伝導度は $5 \times 10^{-3}$  (S/cm)であり、電気化学素子の固体電解質として十分な特性が得られていることを確認した。

【0038】又、かかる評価用の固体電解質は、その断面の走査型電子顕微鏡観察により $\text{Li}(\text{Li}_{1/3}\text{Ti}_{5/3})\text{O}_4$ の粒子で構成されたマトリックス組織と、該粒子間を接合するように存在する高分子ポリマーから成るフィラーとで緻密な構造であることも確認した。

【0039】(実施例2)リチウム源として $\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ 又は $\text{Li}_2\text{CO}_3$ を用い、他の金属元素の組成源として $\text{NiCO}_3$ 、 $\text{CoCO}_3$ 及び $\text{MnOOH}$ を用いて、それぞれ $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{LiNi}_{1/2}\text{Co}_{1/2}\text{O}_2$ 、 $\text{Li}(\text{Li}_{1/3}\text{Mn}_{5/3})\text{O}_4$ の組成となるように所定の割合で混合した後、大気中、所定の温度で20～24時間、熱処理して電気化学的に活性な材料を合成する以外は、実施例1と同様にして評価用の固体電解質を作製して電気伝導度を求めたところ、得られた $\text{LiNiO}_2$ をマトリックスとする評価用の固体電解質は $5 \times 10^{-3}$  (S/cm)、同様に $\text{LiNi}_{1/2}\text{Co}_{1/2}\text{O}_2$ では $2 \times 10^{-3}$  (S/cm)、 $\text{Li}(\text{Li}_{1/3}\text{Mn}_{5/3})\text{O}_4$ では $2 \times 10^{-3}$  (S/cm)であった。

【0040】(実施例3)金属リチウムを対極とした時に、電気化学的な反応をする、即ち電気化学的に活性な材料として $\text{TiO}_2$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 及び $\text{Nb}_2\text{O}_5$ を用いてマトリックスを形成する以外は、実施例1と同様にして評価用の固体電解質を作製して電気伝導度を求めたところ、 $\text{TiO}_2$ をマトリックスとする評価用の固体電解質は $6 \times 10^{-3}$  (S/cm)、同じく $\text{V}_2\text{O}_5$ では $3 \times 10^{-3}$  (S/cm)、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ では $4 \times 10^{-3}$  (S/cm)を示し、対象とする移動性のイオンを含有しなくとも、可動性のイオンを結晶構造中で容易にインターカレート及びデインターカレートすることができる、即ち、イオン伝導性を示す電気化学的に活性な材料であれば電気化学素子の固体電解質として十分実用に供することができる。

【0041】(比較例1)一般的なセラミック材料であり、電気化学的に安定な材料である $\text{Al}_2\text{O}_3$ 及び $\text{SiO}_2$ を用いてマトリックスを形成する以外は、実施例1と同様にして評価用の試料を作製して電気伝導度を求めたところ、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ をマトリックスとする評価用の試料では電気伝導度は $8 \times 10^{-6}$  (S/cm)であり、 $\text{SiO}_2$ では $7 \times 10^{-6}$  (S/cm)を示し、とても実用に供することができるものではないことが分かる。

【0042】(比較例2)従来例として記述したイオン交換性を有する材料を用いることにより高い導電性が得られるという提案に基づき、モンモリロナイトを用いてマトリックスを形成する以外は、実施例1と同様にして評価用の試料を作製して電気伝導度を求めたところ、電気伝導度は $1 \times 10^{-5}$  (S/cm)を示し、前記本発明の固体電解質の実施例に比べて極めて低いものであることが分かる。

【0043】

【発明の効果】叙上の如く、本発明の固体電解質は、可動性のイオンが結晶構造中を容易にインターカレート又はデインターカレートする電気化学的に活性な材料でマトリックス粒子を形成し、該マトリックス粒子間に前記可動性のイオンを含む無機塩を含有した高分子ポリマー材料、あるいは前記可動性のイオンを含有した非晶質又は結晶質の無機系材料の電気化学的に不活性な材料から成るフィラーを充填した構造を成すことから、電解質が電気化学的な反応をしても分解ガスが発生したりせず、爆発発火等の危険性や電解質の液漏れ等の恐れが皆無であり、格別な安全対策が不要であることは勿論、化学的な安定性に優れ、イオン伝導度が極めて高い電気化学素子の電解質として実用的で、かつ安全性に優れた固体電解質として、対象イオンを含有する化合物や、金属又は合金材料、あるいは炭素材料等と適宜組み合わせることにより、一次電池やリチウム二次電池をはじめ、電気二重層コンデンサ、センサー、表示素子、記録素子等の各種電気化学素子に適用可能となり、その産業上の利用価値は極めて多大なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固体電解質の一例の断面を拡大した走査型電子顕微鏡写真である。

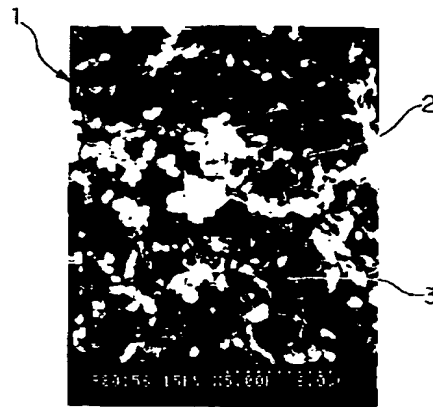
【符号の説明】

- 1 固体電解質
- 2 マトリックス粒子
- 3 フィラー

(6)

特開平11-312415

【図1】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**